

**PENGARUH SUHU, pH, WAKTU HIDROLISIS, DAN KONSENTRASI H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> TERHADAP  
KADAR GLUKOSA YANG DIHASILKAN DARI LIMBAH KULIT KAKAO**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan  
Teknik Kimia Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**RETNO WULANDARI**

**D500130050**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PENGARUH SUHU, pH, WAKTU HIDROLISIS, DAN KONSENTRASI  $H_2SO_4$   
TERHADAP KADAR GLUKOSA YANG DIHASILKAN DARI LIMBAH KULIT  
KAKAO**

**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

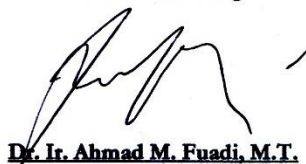


**RETNO WULANDARI**

**D500130050**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**Dr. Ir. Ahmad M. Fuadi, M.T.**

**NIDN. 0619126001**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PENGARUH SUHU, pH, WAKTU HIDROLISIS, DAN KONSENTRASI  $H_2SO_4$  TERHADAP  
KADAR GLUKOSA YANG DIHASILKAN DARI LIMBAH KULIT KAKAO**

**OLEH**

**RETNO WULANDARI**

**D500130050**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji**

**Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Pada hari 28 November 2017**

**dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

**1. Dr. Ir. Ahmad M. Fuadi**

**(Anggota I Dewan Penguji)**

**2. Rois Fathoni, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**(Anggota II Dewan Penguji)**

**3. Hamid Abdillah, M.T.**

**(Anggota III Dewan Penguji)**

**Dekan,**



**In. Sri Sunarjono, Ph.D.**

**NIK. 682**

### **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

**Surakarta, November 2017**

**Penulis**



**RETNO WULANDARI**

**D500130050**

# PENGARUH SUHU, pH, WAKTU HIDROLISIS, DAN KONSENTRASI H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> TERHADAP KADAR GLUKOSA YANG DIHASILKAN DARI LIMBAH KULIT KAKAO

## Abstrak

Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar nabati yang dapat digunakan untuk menggantikan bahan bakar minyak. Hal ini disebabkan karena bioetanol memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan bahan bakar minyak. Bioetanol memiliki prospek yang bagus karena bahan baku yang digunakan untuk pembuatan bioetanol sangat melimpah di lingkungan salah satunya yaitu limbah kulit kakao. Metode pembuatan bioetanol yang utama yaitu dengan proses hidrolisis yang berfungsi untuk mengubah selulosa menjadi glukosa. Glukosa yang dihasilkan digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bioethanol. Variabel tetap yang digunakan yaitu massa kulit kakao, volume hidrolisis. Sedangkan Variabel bebasnya meliputi suhu hidrolisis, pH hidrolisis, waktu hidrolisis, dan kadar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Variabel tergantung meliputi absorbansi.

Kadar glukosa tertinggi yang diperoleh yaitu sebesar 14.5153 g/L. suhu hidrolisis maksimum yang digunakan untuk memperoleh kadar glukosa tertinggi yaitu 100°C. Waktu hidrolisis maksimum yang digunakan untuk memperoleh kadar glukosa tertinggi yaitu 4 jam. Kadar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> maksimum yang diperoleh untuk menghasilkan kadar glukosa tertinggi yaitu sebesar 1%. pH maksimum yang digunakan untuk menghasilkan kadar glukosa tertinggi yaitu pH 4-5. Kadar glukosa tertinggi inilah yang difermentasi untuk menghasilkan bioetanol.

**Kata Kunci:** bioetanol, limbah kulit kakao, hidrolisis, fermentasi.

## Abstract

Bioethanol is a bio fuels that can be used for replace fuel oil. It is because bioethanol has many advantages compared to fuel oil. Bioethanol has a good prospect because the main materials that be used for manufacture of bioethanol is very abundant in the environment, which one is pod cocoa. The main method of manufactured bioethanol is hydrolysis which one can transform cellulose to glucose. The product result is used as the base material of bioethanol manufacture. The fixed variable are cocoa skin mass and hydrolysis volume. While the independent variables are hydrolysis temperature, hydrolysis pH, hydrolysis time, and the concentration of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Dependent variables is absorbance.

The highest glucose concentration obtained was 14.5153 g/L. The maximum temperature of hydrolysis which is used to obtain the highest glucose concentration is 100 ° C. The maximum time of hydrolysis which is used to obtain the highest glucose concentration is 4 hours. Concentration maximum of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> that obtainable to produce the highest concentration of glucose is 1%. The maximum of pH which is used to obtain the highest concentration of glucose is about pH 4-5. The highest concentration of this glucose are fermented to obtain the bioethanol

**Keyword :** bioetanol, pod cocoa, hydrolysis, fermentation.

## 1. PENDAHULUAN

Jumlah penduduk yang semakin meningkat menyebabkan kebutuhan hidup manusia juga semakin meningkat. Kebutuhan tersebut salah satunya adalah kebutuhan bahan bakar minyak sebagai

sarana transportasi. Kebutuhan bahan bakar minyak di dalam negeri merupakan salah satu masalah yang sangat penting mengingat semakin menurunnya produksi bahan bakar minyak serta meningkatnya konsumsi bahan bakar minyak dalam negeri.

Energi alternatif yang telah banyak dikembangkan salah satunya adalah bioetanol. Bioetanol merupakan etanol yang dibuat dari biomassa yang mengandung komponen pati atau selulosa (Hambali et al. 2007). Prospek bioetanol sebagai bahan bakar alternative sangat dibutuhkan karena bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar kendaraan. Pemanfaatan bioetanol sebagai bahan bakar alternative sangat diperlukan untuk mengurangi ketergantungan masyarakat pada petroleum dan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi energi untuk waktu yang akan datang (Susanto & Kusmiyati 2015).

Bahan baku alternatif yang akan digunakan untuk pembuatan bioetanol yaitu menggunakan limbah kulit kakao. Limbah kulit kakao merupakan salah satu limbah perkebunan yang selama ini kurang dimanfaatkan. Pada umumnya limbah kulit kakao hanya dibuang begitu saja tanpa diolah sehingga menyebabkan bau yang menyengat apabila telah busuk. Kandungan selulosa dan hemi selulosa pada limbah kulit kakao yang cukup tinggi inilah yang dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioethanol.

Kulit buah kakao terdiri dari kulit terluar sampai daging buah kakao. Kulit kakao mengandung bahan kering sebesar 89,5% yang terdiri dari abu sebesar 10,02% ; lignin sebesar 26,38% ; selulosa sebesar 24,24%; hemiselulosa sebesar 8,72% ; nitrogen sebesar 1,12%; protein sebesar 10,74%; theobromin sebesar 0,34% dan bahan lainnya (Ofori-boateng & Lee 2013). Kandungan selulosa pada kulit kakao akan mempengaruhi kadar etanol yang dihasilkan.

Bahan baku limbah kulit kakao difermentasi menjadi bioetanol maka terlebih dahulu dilakukan hidrolisis asam menggunakan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) untuk memecah selulosa menjadi glukosa. Setelah dilakukan hidrolisis asam menggunakan asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) maka selanjutnya dilakukan fermentasi menggunakan bakteri *saccharomyces cereviseae* dari yeast untuk menghasilkan bioetanol sebagai pengganti bahan bakar minyak.

Hidrolisis merupakan proses pemecahan polisakarida menjadi monosakarida sehingga dapat langsung difermentasi oleh yeast (Gozan 2014). Hidrolisis dapat dilakukan secara kimia, menggunakan asam atau basa atau dapat juga dilakukan secara biologi, menggunakan enzim (Santana et al. 2016). Faktor-faktor yang mempengaruhi proses hidrolisis (Fachry et al. 2013) :

- a. Kandungan selulosa pada bahan baku

Kandungan selulosa pada bahan baku sangat berpengaruh terhadap hasil hidrolisis. Apabila bahan baku mengandung sedikit selulosa maka glukosa yang dihasilkan juga sedikit.

b. pH hidrolisis

pH sangat berpengaruh terhadap konsentrasi asam dan hidrolisis. Apabila konsentrasi asam tinggi, maka pH yang dihasilkan rendah.

c. Waktu hidrolisis

Semakin lama waktu hidrolisis maka akan semakin besar pula konsentrasi glukosa yang dihasilkan.

d. Suhu

Semakin besar suhu maka semakin besar pula konstanta kecepatan reaksi.

e. Tekanan

Tekanan sangat berpengaruh terhadap proses hidrolisis. Tekanan yang digunakan saat proses hidrolisis yaitu 1 atm.

f. Konsentrasi Asam

Semakin besar konsentrasi asam maka semakin banyak kadar glukosa yang dihasilkan sampai dengan konsentrasi optimum.

## 2. METODE

### 2.1. Variabel yang digunakan

Variabel tetap :

- a. Massa Kulit Kakao : 25 gram
- b. Volume Hidrolisis : 1000 mL

Variabel bebas :

- a. Suhu Hidrolisis : 80 °C, 90 °C, 100 °C
- b. pH Hidrolisis : 2-3, 3-4, 4-5
- c. Waktu Hidrolisis : 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam
- d. Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : 0,5%, 0,75%, 1%

Variabel Tergantung : Absorbansi

### 2.2. Bahan dan Alat yang digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian yaitu gelas beker, gelas ukur, hot plate, kuvet, labu ukur, pH meter, pipet volume, stirrer, termometer. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian yaitu aquades, asam sulfat, kulit kakao, nelson.

### **2.3.Cara Kerja :**

#### **a. Persiapan Bahan Baku**

Bahan baku yaitu limbah kulit kakao dicuci dengan air agar bersih dari kotoran yang dapat mempengaruhi proses pembuatan bioetanol. Kemudian limbah kulit kakao dijemur hingga kering dengan tujuan agar kandungan air dalam limbah kulit kakao berkurang sehingga diperoleh bahan kering dan dapat disimpan sebagai cadangan bahan baku. Limbah kulit kakao yang telah kering ditumbuk atau digiling hingga menjadi serbuk halus dan diayak dengan ukuran 40 mesh sehingga diperoleh selulosa yang homogen.

#### **b. Hidrolisis Asam**

Serbuk kulit kakao ditambah dengan air demin atau air dengan TDS rendah sebanyak 1 liter dan  $H_2SO_4$  hingga pH sesuai variabel. Sampel kemudian dipanaskan sambil diaduk dengan kecepatan tinggi pada suhu sesuai variabel dengan waktu hidrolisis sesuai dengan variabel. Kemudian sampel didinginkan dan disaring.

#### **c. Uji Kadar Glukosa**

Larutan glukosa sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Larutan Nelson sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian dipanaskan pada suhu  $100^\circ C$  selama 20 menit. Setelah itu didinginkan. Setelah dingin ditambahkan Arsenomolybdate sebanyak 1 mL. kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **3.1.Hasil Penelitian**

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah kulit kakao dengan variasi suhu ( $80^\circ C$ ,  $90^\circ C$ ,  $100^\circ C$ ), waktu hidrolisis (2jam, 3jam, 4jam, 5jam), kadar  $H_2SO_4$  (0,5%, 0,75%, 1%), pH (2-3, 3-4, 4-5). Kadar glukosa yang diperoleh dari limbah kulit kakao dengan variasi tersebut yaitu :



Tabel 1. Kadar Glukosa Hasil Hidrolisis Kulit Kakao Variasi Waktu, Suhu, dan Kadar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (g/L)

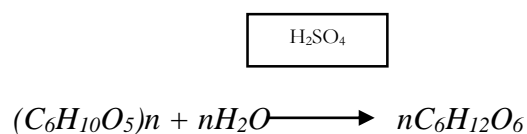
Waktu (jam) / Suhu (°C)		Kadar Glukosa (g/L)		
		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,5%	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,75%	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1%
2	80	1,4585	1,6119	1,7085
	90	1,8563	2,1176	2,1631
	100	4,5722	4,6233	4,6517
3	80	2,3676	2,4869	2,5267
	90	3,0494	3,1006	3,2767
	100	4,6858	4,8733	4,9642
4	80	3,5949	3,6688	3,8903
	90	4,1517	4,1688	4,4926
	100	5,8619	7,6972	14,5153

Tabel 2. Kadar Glukosa Hasil Hidrolisis Kulit Kakao Variasi pH (g/L)

Waktu (Jam)	Kadar Glukosa (g/L)		
	pH 2-3	pH 3-4	pH 4-5
4	1,9472	6,2540	14,5153
5	1,5665	4,6403	12,6403

### 3.2. Pembahasan

Hidrolisis asam pada kulit kakao bertujuan untuk mengkonversi selulosa yang terdapat pada kulit kakao menjadi glukosa yang merupakan bahan baku pembuatan bioetanol. Perubahan selulosa menjadi glukosa dengan cara hidrolisis asam menggunakan bantuan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebagai katalis. Reaksinya adalah sebagai berikut (Utami et al. 2014):

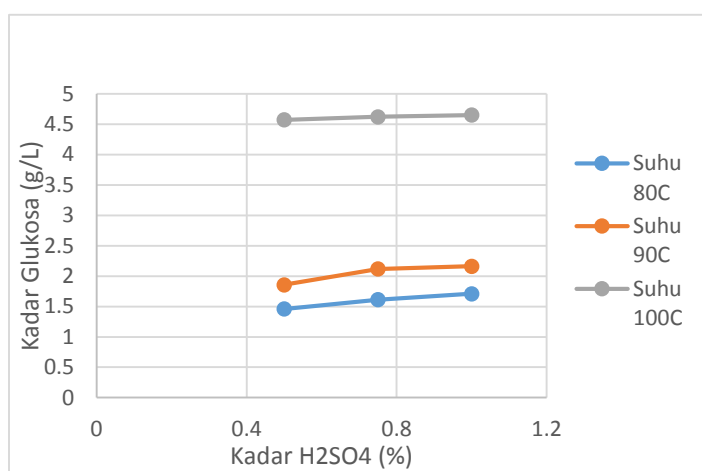


Volume hidrolisis yaitu 1000mL dan massa kulit kakao untuk hidrolisis sebesar 25g dalam 1000mL larutan. Katalis  $H_2SO_4$  berfungsi untuk mempercepat laju reaksi sehingga glukosa yang dihasilkan semakin besar.

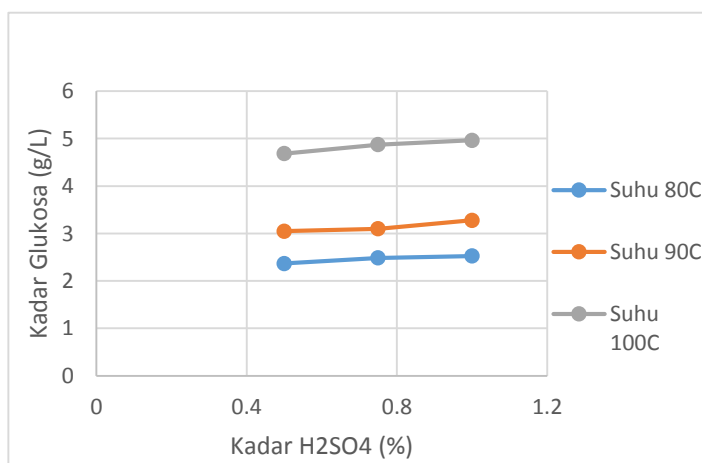
Analisis perhitungan kadar glukosa yang terdapat dalam kulit kakao menggunakan kurva standar yang dibuat dari glukosa anhidrat dan aquades dengan konsentrasi 0,0002 g/mL, 0,0004 g/mL, 0,0006 g/mL, 0,0008 g/mL, 0,001 g/mL.

a. Pengaruh Waktu, Suhu, dan Kadar  $H_2SO_4$  terhadap Kadar Glukosa

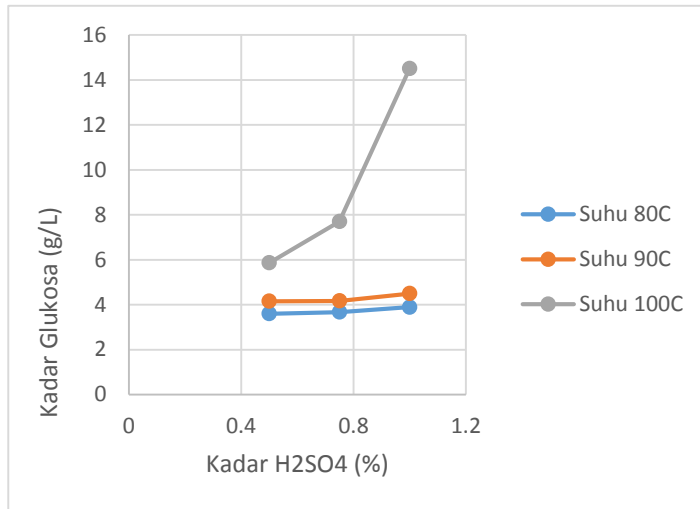
Grafik di bawah ini menunjukkan pengaruh waktu, suhu, dan kadar  $H_2SO_4$  pada hidrolisis asam terhadap kadar glukosa yang dihasilkan dari limbah kulit kakao.



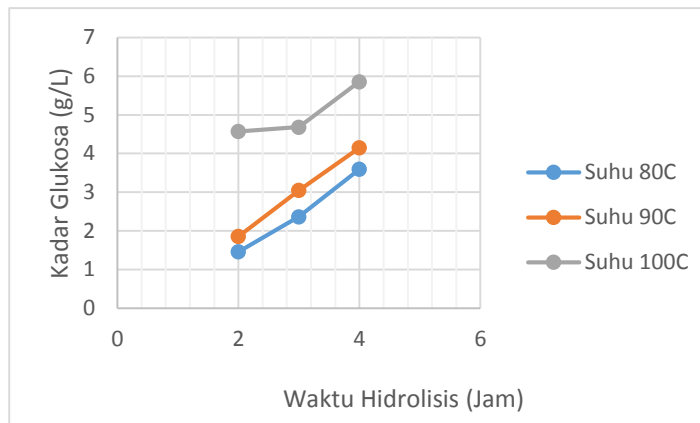
Gambar 1. Grafik Pengaruh suhu, dan kadar  $H_2SO_4$  terhadap kadar glukosa pada waktu hidrolisis 2 jam.



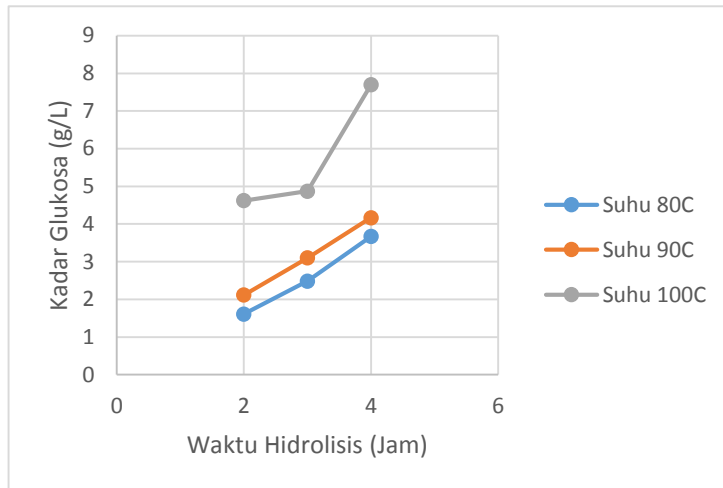
Gambar 2. Grafik Pengaruh suhu, dan kadar  $H_2SO_4$  terhadap kadar glukosa pada waktu hidrolisis 3 jam.



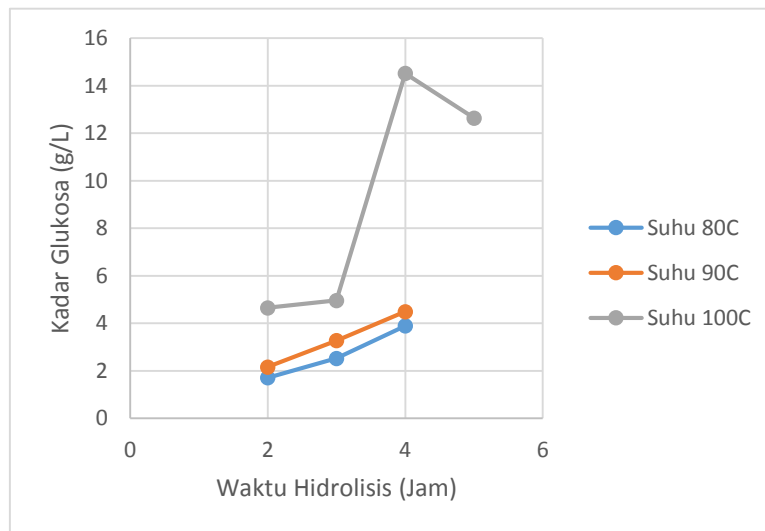
Gambar 3. Grafik Pengaruh suhu, dan kadar  $H_2SO_4$  terhadap kadar glukosa pada waktu hidrolisis 4 jam.



Gambar 4. Grafik Pengaruh waktu, dan suhu terhadap kadar glukosa pada konsentrasi  $H_2SO_4$  0,5%



Gambar 5. Grafik Pengaruh waktu, dan suhu terhadap kadar glukosa pada konsentrasi  $H_2SO_4$  0,75%



Gambar 6. Grafik Pengaruh waktu, dan suhu terhadap kadar glukosa pada konsentrasi  $H_2SO_4$  1%

Gambar 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar  $H_2SO_4$  maka semakin tinggi kadar glukosa yang dihasilkan dari limbah kulit kakao hingga kadar  $H_2SO_4$  maksimum. Hal ini disebabkan oleh konsentrasi asam yang tinggi menyebabkan tumbukan antar reaktan dan kulit kakao akan semakin besar sehingga kadar glukosa yang dihasilkan juga semakin besar. Namun apabila konsentrasi asam terlalu besar dapat menyebabkan energi aktivasi yang besar

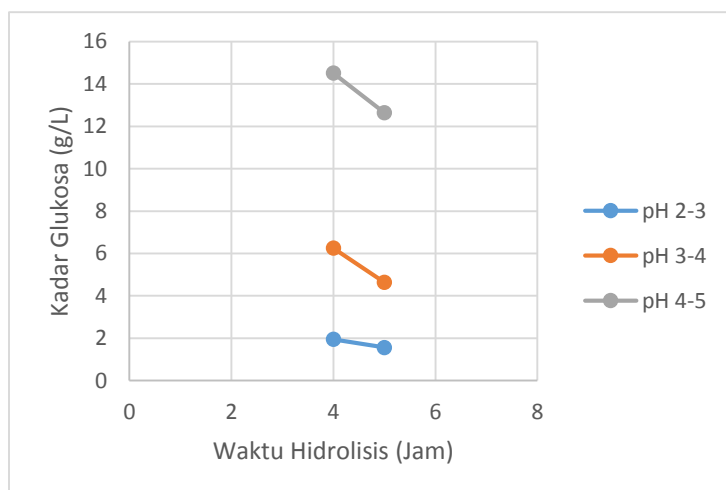
sehingga tumbukan antar reaktan semakin berkurang dan kadar glukosa yang dihasilkan juga semakin kecil. Hal ini sesuai dengan jurnal penelitian Artati, 2012. Kadar  $H_2SO_4$  maksimum untuk menghasilkan kadar glukosa tertinggi pada hidrolisis asam kulit kakao yaitu sebesar 1%.

Semakin tinggi suhu hidrolisis maka semakin tinggi kadar glukosa yang dihasilkan sampai suhu tertinggi yaitu  $100^{\circ}C$ . Hal ini disebabkan karena reaksi hidrolisis merupakan reaksi endotermis yang memerlukan panas untuk dapat bereaksi. Hal ini sesuai dengan jurnal penelitian Wahyudi, 2011.

Semakin lama waktu hidrolisis maka akan semakin tinggi kadar glukosa yang dihasilkan sampai waktu optimum. Hal ini disebabkan karena apabila semakin lama waktu hidrolisis maka kontak antara kulit kakao dengan reaktan akan semakin sempurna, sehingga kadar glukosa yang dihasilkan juga akan semakin besar. Namun apabila melebihi waktu optimum maka akan terbentuk inhibitor pada glukosa yang dihasilkan sehingga kadar glukosa yang dihasilkan juga akan semakin kecil. Hal ini sesuai dengan jurnal penelitian Utami, 2014. Waktu optimum untuk menghasilkan kadar glukosa tertinggi dari kulit kakao yaitu 4 jam.

b. Pengaruh pH terhadap Kadar Glukosa

Grafik di bawah ini menunjukkan pengaruh pH pada hidrolisis asam terhadap kadar glukosa yang dihasilkan dari limbah kulit kakao.



Gambar 7. Grafik Pengaruh pH terhadap kadar glukosa

Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin rendah pH maka kadar glukosa yang dihasilkan juga semakin rendah. pH optimum untuk menghasilkan kadar glukosa tertinggi yaitu pH 4-5. Hal ini disebabkan adanya kerusakan atau degradasi senyawa glukosa selama proses hidrolisis.

## **4. PENUTUP**

### **4.1. Kesimpulan**

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  digunakan sebagai katalisator pada hidrolisis asam.
2. Kadar glukosa tertinggi diperoleh saat :
  - Suhu hidrolisis  $100^\circ\text{C}$ .
  - Waktu hidrolisis 4 jam.
  - Kadar  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1%.
  - pH hidrolisis 4-5.
3. Semakin tinggi suhu hidrolisis maka semakin tinggi kadar glukosa yang dihasilkan dari limbah kulit kakao sampai dengan suhu optimum.
4. Semakin lama waktu hidrolisis maka semakin tinggi kadar glukosa yang dihasilkan dari limbah kulit kakao sampai dengan waktu optimum.
5. Semakin tinggi kadar  $\text{H}_2\text{SO}_4$  maka semakin tinggi kadar glukosa yang dihasilkan dari limbah kulit kakao sampai dengan kadar  $\text{H}_2\text{SO}_4$  optimum.
6. Semakin tinggi pH maka semakin tinggi kadar glukosa yang dihasilkan dari limbah kulit kakao sampai dengan pH optimum.

### **4.2. Saran**

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan kadar glukosa yang lebih optimal dari limbah kulit kakao.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Artati, E.K., H, F.I.W. & Fatimah, 2012. Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Asam Terhadap Kinetika Reaksi Hidrolisis Pelepah Pisang ( *Musa Paradisiaca* L ). *Ekulibrium*, 11(2), pp.73–77.
- Fachry, A.R., Astuti, P. & Puspitasari, T.G., 2013. Pembuatan Bioetanol dari Limbah Tongkol Jagung dengan Variasi Konsentrasi Asam Klorida dan Waktu Fermentasi. *Jurnal Teknik Kimia*, 19(1), pp.60–69.

- Gozan, M., 2014. *Teknologi Bioetanol Generasi Kedua*, Jakarta: PT Gelora Aksara Pratama.
- Hambali, E. et al., 2007. *Teknologi Bioenergi*, Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Ofori-boateng, C. & Lee, K.T., 2013. The potential of using cocoa pod husks as green solid base catalysts for the transesterification of soybean oil into biodiesel : Effects of biodiesel on engine performance. *chemical engineering journal*, 220, pp.395–401. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cej.2013.01.046>.
- Santana, J.O. et al., 2016. Characterization of the legumains encoded by the genome of *Theobroma cacao* L. *Plant physiology and biochemistry : PPB / Société française de physiologie végétale*, 98, pp.162–70. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0981942815301650> [Accessed March 2, 2016].
- Susanto, H. & Kusmiyati, 2015. Fuel Grade Bioethanol Production from Iles-iles (*Amorphophalus campanulatus*) Tuber. *Procedia Environmental Sciences*, 23, pp.199–206. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878029615000328> [Accessed March 2, 2016].
- Utami, R.S., Sari, E.P. & Inayati, 2014. Pati Kentang Dengan Katalis Asam. *Ekulibrium*, 13(2), pp.45–49.
- Wahyudi, J. et al., 2011. Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Glukosa Terbentuk dan Konstanta Kecepatan Reaksi pada Hidrolisa Kulit Pisang. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*, (1958).